

# **O BEM-ESTAR DOS MILITARES DE MANUTENÇÃO COMO FERRAMENTA PARA A PREVENÇÃO DE INCIDENTES E ACIDENTES AERONÁUTICOS<sup>1</sup>**

## **THE WELL-BEING OF THE MILITARY MAINTENANCE PERSONNEL AS A TOOL FOR PREVENTING AIRCRAFT INCIDENTS AND ACCIDENTS**

**Antônio Augusto de Souza Júnior<sup>2</sup>**

### **RESUMO**

Incidentes e acidentes aeronáuticos são ocorrências críticas que podem ocasionar perdas humanas, danos materiais e interrupções nas operações militares. Este estudo tem como objetivo analisar até qual ponto o bem-estar dos militares de manutenção é capaz de influenciar seu desempenho na atividade de manutenção de aeronaves. A pesquisa foi do tipo bibliográfica, a abordagem foi qualitativa e sua finalidade do tipo básica. A investigação resultou em uma conclusão, que foi feita através do método indutivo. Primeiramente, foi feita a definição de incidente e acidente aeronáutico segundo normas e manuais de instituições nacionais e internacionais que regulam a aviação em seus respectivos âmbitos. Em segundo, foi feita a descrição de manutenção de aeronaves, de acordo com normas e manuais de instituições nacionais. Em seguida, foi feita a descrição de fatores humanos de acordo com publicações acadêmicas de autores nacionais e internacionais, com a OACI (Organização de Aviação Civil Internacional) e com teorias consagradas, largamente aceitas e utilizadas como parâmetro no meio da aviação global. Por fim, foram feitas considerações finais em que se percebe que o bem-estar dos militares que trabalham na manutenção de aeronaves é crucial para o desempenho profissional esperado e para a segurança de voo.

**Palavras-chave:** acidentes aeronáuticos; manutenção de aeronaves; fatores humanos.

### **ABSTRACT**

Aircraft incidents and accidents are critical events that can cause human losses, material damage and interruptions in military operations. This study aims to analyze to what extent the well-being of maintenance personnel is capable of influencing their performance in aircraft maintenance activities. The research was bibliographic, the approach was qualitative and its purpose was basic. The investigation resulted in a conclusion, which was made through the inductive method. First, the definition of aircraft incidents and accidents was made according to standards and manuals of national and international institutions that regulate aviation in their respective areas. Second, the description of aircraft maintenance was made according to standards and manuals of national institutions. Then, the description of human factors was made according to academic publications of national and international authors, with the ICAO (International Civil Aviation Organization) and with established theories, widely accepted and used as a parameter in the global aviation environment. Finally, final considerations were made in which it is clear that the well-being of military personnel working in aircraft maintenance is crucial for the expected professional performance and flight safety.

**Keywords:** aircraft accidents; aircraft maintenance; human factors.

---

<sup>1</sup>Artigo apresentado em 16 de setembro de 2024 ao Centro de Instrução de Aviação do Exército, tendo como Orientador o Major Édio Monteiro.

<sup>2</sup>1º Tenente do Exército Brasileiro, Aluno do Curso de Gerência de Manutenção de Aeronaves do Centro de Instrução de Aviação do Exército (CIAvEx). E-mail: antonio.augusto@eb.mil.br

## 1 INTRODUÇÃO

No Exército Brasileiro, as aeronaves de asa rotativa, os helicópteros, desempenham papel fundamental nas missões de transporte, resgate e combate. Contudo, incidentes e acidentes aeronáuticos são ocorrências críticas que podem ocasionar perdas humanas, danos materiais e interrupções nas operações militares. A análise dessas ocorrências revela que muitas são causadas por uma combinação de falhas técnicas e humanas, evidenciando a importância de levar em conta esses fatores para prevenir futuros eventos dessa natureza. Segundo Goedert e Correia (2021), na maioria das vezes, os acidentes e incidentes aéreos ocorrem como fruto das ações de funcionários da área operacional, como pilotos, controladores de voo e técnicos de manutenção.

A manutenção das aeronaves é essencial para a segurança de vôo e para o sucesso das operações. Ela envolve procedimentos técnicos rigorosos e o uso de tecnologias para garantir que as aeronaves estejam em condições operacionais. No entanto, a eficácia da manutenção depende diretamente dos profissionais envolvidos, que são influenciados por diversos fatores humanos.

Os fatores humanos incluem condições físicas, fisiológicas, psicológicas e ambientais que afetam o comportamento e desempenho dos indivíduos no trabalho. O seu bem-estar está diretamente relacionado à sua capacidade de executar tarefas com precisão e segurança. Dessa forma, na manutenção de aeronaves, condições como estresse, fadiga, carga de trabalho e ambiente de trabalho são de grande importância. Conforme OACI (2018), para que se consiga diminuir riscos e aumentar a segurança organizacional, deve-se considerar os fatores humanos.

Dessa maneira, este estudo tem como objetivo analisar até qual ponto o bem-estar dos militares de manutenção é capaz de influenciar seu desempenho na atividade de manutenção de aeronaves, ao ponto de ser considerado uma ferramenta para a prevenção de incidentes e acidentes aeronáuticos. Para isso, buscou-se definir incidente e acidente aeronáutico, descrever manutenção de aeronaves, descrever fatores humanos, e relacionar esses conceitos à ideia de segurança de voo.

Inicialmente, foi realizada uma revisão da literatura sobre incidentes e acidentes aeronáuticos, manutenção de aeronaves e fatores humanos, com o propósito de adquirir mais conhecimento sobre o tema. Conforme Severino (2017), no que tange ao processo de coleta de dados, a pesquisa foi do tipo bibliográfica, sendo feitas leituras exploratórias e seletivas dos materiais de pesquisa, que foram selecionadas em fontes como portarias, documentos,

sítios da internet, artigos etc.

A abordagem da pesquisa foi qualitativa e sua finalidade do tipo básica. Após a análise dos conhecimentos teóricos adquiridos, a investigação resultou em uma conclusão, que foi feita através do método indutivo. (SEVERINO, 2017).

Este estudo se mostra bastante relevante, pois é concernente a uma área da aviação militar e civil de grande importância e muito estudada, que é a da Segurança de voo. Posto isto, este trabalho revelará a relação entre os fatores físicos, fisiológicos, psicológicos e ambientais dos militares envolvidos na manutenção e os incidentes e acidentes aeronáuticos, voltando o tema Segurança de voo para um ângulo de análise que poderá levar a conclusões e, conseqüentemente, a modificações de práticas, procedimentos e rotinas cujo fruto seja um menor índice de panes nas aeronaves, uma conseqüente diminuição dos incidentes e acidentes aeronáuticos, e um aumento da segurança de voo na aviação militar.

## 2 INCIDENTE E ACIDENTE AERONÁUTICO

Segundo a Norma de Sistema do Comando da Aeronáutica 3-6 (NSCA 3-6), que trata de Investigação de Ocorrências Aeronáuticas com Aeronaves Militares, Acidente Aeronáutico é:

Toda ocorrência aeronáutica relacionada à operação de uma aeronave tripulada, havida entre o momento em que uma pessoa nela embarca com a intenção de realizar um voo até o momento em que todas as pessoas tenham dela desembarcado ou; no caso de uma aeronave não tripulada, toda ocorrência havida entre o momento que a aeronave está pronta para se movimentar, com a intenção de voo, até a sua parada total pelo término do voo, e seu sistema de propulsão tenha sido desligado e, durante os quais, pelo menos uma das situações abaixo ocorra:

- a) uma pessoa sofra lesão grave ou venha a falecer como resultado de:
- estar na aeronave;
  - ter contato direto com qualquer parte da aeronave, incluindo aquelas que dela tenham se desprendido; ou
  - ser submetida à exposição direta do sopro de hélice, de rotor ou de escapamento de jato, ou às suas conseqüências.

**NOTA 1** - Exceção será feita quando as lesões, ou óbito, resultarem de causas naturais, forem autoinfligidas ou infligidas por terceiros, ou forem causadas a pessoas que embarcaram clandestinamente e se acomodaram em área que não as destinadas aos passageiros e tripulantes.

**NOTA 2** - As lesões decorrentes de um Acidente Aeronáutico que resultem óbito em até 30 dias após a data da ocorrência são consideradas lesões fatais.

- b) a aeronave tenha falha estrutural ou dano que:
- afete a resistência estrutural, o seu desempenho ou as suas características de voo; ou
  - normalmente exija a realização de grande reparo ou a substituição do componente afetado.

**NOTA 3** - Exceção será feita para falha ou danos quando limitados a um único motor (incluindo carenagens ou acessórios), para danos limitados às hélices, às pontas de asa, às antenas, aos *probes*, aletas, aos pneus, aos freios, às rodas, às carenagens do trem, aos painéis, às portas do trem de pouso, aos para-brisas, aos amassamentos leves e pequenas perfurações no revestimento da aeronave, ou danos menores às pás do rotor principal e de cauda, ao trem de pouso, e aqueles danos resultantes de colisão com granizo ou ave (incluindo perfurações no *radome*).

**NOTA 4** - O Adendo E do Anexo 13 à Convenção sobre Aviação Civil Internacional apresenta uma lista de danos que podem ser considerados exemplos de acidentes aeronáuticos. Uma tradução livre desta lista encontra-se no Anexo B desta Norma.

c) a aeronave seja considerada desaparecida ou esteja em local inacessível.

**NOTA 5** - Uma aeronave será considerada desaparecida quando as buscas oficiais forem suspensas e os destroços não forem encontrados. (Brasil, 2021, p. 09)

Já Incidente Aeronáutico é “uma ocorrência aeronáutica, não classificada como um acidente, associada à operação de uma aeronave, que afete ou possa afetar a segurança da operação.” (BRASIL, 2021, p. 12). Sendo considerado Incidente Aeronáutico Grave o seguinte:

Incidente aeronáutico envolvendo circunstâncias que indiquem que houve elevado risco de acidente relacionado à operação de uma aeronave que, no caso de aeronave tripulada, ocorre entre o momento em que uma pessoa nela embarca, com a intenção de realizar um voo, até o momento em que todas as pessoas tenham dela desembarcado; ou, no caso de uma aeronave não tripulada, ocorre entre o momento em que a aeronave está pronta para se movimentar, com a intenção de voo, até a sua parada total pelo término do voo, e seu sistema de propulsão tenha sido desligado.

**NOTA 1** - A diferença entre o incidente grave e o acidente está apenas nas consequências.

**NOTA 2** - O Anexo A desta norma apresenta uma lista de situações que podem ser consideradas exemplos de incidentes aeronáuticos com propensão a serem graves. (BRASIL, 2021, p. 12).

Conforme o Manual do Comando da Aeronáutica 3-3 (MCA 3-3 – Manual de Prevenção do SIPAER), há algumas décadas atrás, pensava-se que alguns acidentes eram inevitáveis. Todavia, com o tempo, relacionando os fatores contribuintes e seus respectivos efeitos, chegou-se à conclusão de que nenhum acidente ocorre por fatalidade. Na verdade, sua ocorrência é resultado de uma sequência de acontecimentos que são originados sempre de falhas vindas de fatores humanos e materiais. Esses fatores, analisados isoladamente, podem parecer de pequena relevância. No entanto, quando combinados entre si, podem completar uma sequência de eventos que resultam no acidente aeronáutico. A prevenção de acidentes

atua na identificação, mitigação e eliminação de tais fatores (falhas latentes e ativas), com o objetivo de antecipar o ponto de irreversibilidade do acidente.

Quando são comparadas as características dos acidentes da atualidade com as dos acidentes do passado, constata-se que os atuais não são uma completa novidade. Muitos fatores contribuintes, ou até mesmo todos eles, já foram verificados anteriormente. Em acidentes similares, os fatores contribuintes são basicamente os mesmos no que tange à sua essência, variando apenas a maneira como se apresentam. Sendo assim, tendo em vista os fatores contribuintes, pode-se concluir que os acidentes que ocorrem hoje já ocorreram no passado e, provavelmente, ocorrerão no futuro, caso os esforços de prevenção não sejam adequados. (BRASIL, 2012).

“Desde o início da aventura humana nos ares, a preocupação com a prevenção de acidentes tem evoluído, passando de uma postura meramente inquisitiva e pautada na punição, até chegar aos nossos dias, na busca de condições latentes e ameaças.” (BRASIL, 2012, p. 07)

### **3 MANUTENÇÃO DE AERONAVES**

“Manutenção corresponde ao conjunto de atividades que são executadas visando a manter o material em condição de utilização durante todo o seu ciclo de vida e, quando houver avarias, restabelecer essa condição.” (BRASIL, 2022, p. 5-8).

“A manutenção assegura às forças apoiadas a disponibilidade dos equipamentos, por meio da reparação; da gestão, estocagem e distribuição de peças de reparação; e da assistência técnica.” (BRASIL, 2022, p. 5-8).

Conforme o Manual de Campanha Logística Militar Terrestre, os tipos de manutenção são:

- a) Preventiva: Procedimentos periódicos de pouca complexidade técnica, destinados a reduzir ou evitar a queda no desempenho, degradação ou avaria dos materiais. Inclui, entre outras ações, inspeções, testes, reparações ou substituições.
- b) Preditiva: Conjunto de controles diagnósticos baseados em parâmetros técnicos e estatísticos de confiabilidade. A sua aplicação visa a prever e executar as ações de manutenção no momento em que forem efetivamente necessárias.
- c) Modificadora: Adequar o equipamento às necessidades ditadas pelas exigências operacionais e melhorar o desempenho de equipamentos existentes. [...] Envolve as ações de reconstrução, modernização/modificação de equipamentos e sistemas de armas, bem como a reparação e recuperação de conjuntos e componentes.

- d) Corretiva: Reparação ou recuperação do material danificado para reposição em condições de uso. Pode ser classificada em:
- 1) Planejada: correção do desempenho menor que o esperado, por decisão técnica, baseada em acompanhamento preditivo.
  - 2) Não planejada: correção da falha, ocorrida de maneira aleatória, quando não há tempo para a preparação do serviço. (BRASIL, 2022, p 5-11).

A manutenção de aeronaves no Exército Brasileiro se baseia no *Master Servicing Manual* (MSM) da empresa *AIRBUS HELICOPTERS*. Nele, são evidenciados três modos de manutenção, são eles: *Hard-Time*, *On-condition* e *Condition Monitoring*, sendo definidos da seguinte maneira:

Os modos diferem principalmente em como a substituição (ou reparo) de um componente reparável é iniciado. Com os dois primeiros modos, o objetivo é substituir (ou reparar) o componente antes que ele falhe, enquanto no terceiro modo, substituí-lo após a falha.

- a) *Hard-Time Maintenance*: o componente deve ser removido, no máximo, quando atingir o seu limite. Existem três tipos de limites *hard-time*:
- 1) *Service Life Limit (SLL)*: Limite de Vida de Serviço é uma limitação de aeronavegabilidade. Componentes que são essenciais para a segurança operacional e que estão sujeitos a danos indetectáveis devido às cargas que suportam.
  - 2) *Operating Time Limit (OTL)*: Componentes cuja possível falha teria consequências menores na segurança do voo do que componentes SLL, são designados com um Limite de Tempo de Operação. Esses componentes devem ser removidos de serviço quando o limite especificado for atingido.
  - 3) *Time Between Overhauls (TBO)*: É atribuída a um conjunto completo. O intervalo corresponde ao tempo de operação permitido antes que uma revisão geral seja realizada em uma oficina especializada. A revisão permite que o conjunto retorne ao serviço por um novo período. O intervalo corresponde a um período durante o qual qualquer aumento de danos pode não ser detectado pela manutenção de rotina.
- b) *On-Condition Maintenance*: Um componente sujeito a manutenção sob condição deve ser inspecionado periodicamente para confirmar: que não há danos ou que o dano encontrado está dentro dos critérios de remoção ou manutenção especificados na documentação. Em ambos os casos, o componente é mantido em serviço até a próxima inspeção. O componente deve ser removido de serviço quando atingir o critério de remoção ou tornar-se novamente utilizável de acordo com as instruções fornecidas na documentação.
- c) *Condition Monitoring Maintenance*: Um componente está sujeito a monitoramento de condição somente após sua falha (que não tem impacto na segurança do voo) ter sido detectada. Tais falhas são detectadas durante a manutenção ou em serviço (AIRBUS, 2022, p. 29, tradução nossa).

No Exército Brasileiro, as equipes ligadas à atividade de manutenção de aeronaves são compostas por Gerentes, Inspetores, Mecânicos de Aeronave e Mecânicos de Aviônicos.

O Gerente de manutenção é o oficial responsável pelo planejamento, coordenação e controle da manutenção, como também pela aquisição de suprimentos de manutenção. (BRASIL, 2017a).

O Inspetor de manutenção é o militar graduado responsável por chefiar e coordenar os serviços de manutenção de uma determinada equipe, sendo ele quem dá o parecer final de disponibilidade ou indisponibilidade de uma determinada aeronave. (BRASIL, 2017b).

O Mecânico de Aeronave é o militar graduado que executa tarefas de manutenção nos sistemas de célula e grupo motopropulsor das aeronaves. (BRASIL, 2017c).

O Mecânico de Aviônicos é o militar graduado que executa tarefas de manutenção nos sistemas elétricos, eletrônicos e de aviônicos das aeronaves. (BRASIL, 2017d).

De acordo com o Manual do Comando da Aeronáutica 3-3 (MCA 3-3 – Manual de Prevenção do SIPAER), mesmo com as ações de manutenção programada aliada a outros tipos de acompanhamentos e verificações preventivos, sempre haverá a chance dos componentes e sistemas falharem repentinamente. Daí a necessidade de sempre estar preparado para executar manutenções não previstas.

O uso de componentes redundantes, de sistemas modularizados e de requisitos mínimos operacionais tem sido uma estratégia que as empresas de aviação têm recorrido para facilitar o gerenciamento das atividades de manutenção e diminuir a carga de trabalho. Entretanto, para a maioria dos equipamentos e sistemas essa estratégia não é possível, pois eles irão falhar inopinadamente. Há ainda os casos em que as ações de manutenção (inspeções e/ou modificações) são ditadas por diretivas técnicas ou boletins de serviço do fabricante, que deverão ser cumpridos dentro de um limite de tempo. Tudo isso revela que para manter os índices de disponibilidade em patamares ideais tendo em vista à complexidade das aeronaves, é necessário muito preparo e organização, sendo essencial um programa de manutenção eficiente, bem executado e alinhado com a filosofia da segurança de voo. (BRASIL, 2012).

Para Gomes (2010), a manutenção de aeronaves é essencial para a aviação, envolvendo uma organização complexa em que as tarefas desempenhadas são muitas vezes sob pressão, limitação de tempo e condições de trabalho impróprias, com o objetivo de deixar as aeronaves operacionais. Ademais, a manutenção de aeronaves faz uso de tecnologias de reparação e regeneração de componentes e sistemas, sendo a aplicação dessas tecnologias e os processos de tomada de decisão regidos pela intervenção humana.

## 4 FATORES HUMANOS

Na história da aviação, a tecnologia sempre se fez presente como fruto da constante necessidade em se criar aeronaves com motores mais eficientes e compostas por materiais mais leves e resistentes, tornando maiores as exigências em precisão, controle e economia. Embora os avanços tecnológicos tenham gerado aeronaves mais rápidas, econômicas e seguras, sempre haverá a dependência de um fator primordial, o fator humano. (SILVA, 2019).

Dados estatísticos divulgados pela empresa Boeing revelam que 62% dos acidentes aéreos envolvendo aeronaves de grande porte são causados por erro humano. (MARQUES, 2004). Neste resultado, estão incluídos fatores contribuintes como: estresse, fadiga, desatenção, imprudência, imperícia, negligência, erro de julgamento, operação indevida de equipamentos, falhas de comunicação, entre outros.

Segundo à OACI o termo fator humano significa qualquer aspecto relacionado à vida e ao trabalho dos indivíduos, ou seja, suas relações com equipamentos, procedimentos e com o ambiente que as circunda, como também seus relacionamentos com outras pessoas. Na aviação, os fatores humanos envolvem um conjunto de considerações pessoais, médicas e biológicas que influenciam as operações de aeronaves, a manutenção de aeronaves e o controle de tráfego aéreo. (OACI, 2003).

O significado do termo “Fatores Humanos” vai além da ideia de “erro humano”, uma vez que ele abrange todos os fatores externos que podem ser associados às limitações humanas e que, posteriormente, podem levar ao erro humano. Sendo assim, os fatores humanos revelam onde o erro humano ocorre, mas principalmente porque ele ocorre. (GOMES, 2010).

Dada a extrema relevância desse tema para a segurança de voo, estudiosos têm pesquisado acerca do assunto e criado teorias e modelos conceituais de análise dos fatores humanos, com o objetivo de auxiliar as investigações de incidentes e acidentes aeronáuticos. Dessa forma, pode-se citar três deles: o modelo SHELL, que é voltado para o indivíduo, o modelo Reason, que além do indivíduo, foca nas organizações, e a teoria “*The Dirty Dozen*”, que consiste em uma lista que abrange as principais causas do erro humano.

O Modelo SHELL foi desenvolvido inicialmente por Edwards, em 1972, modificado posteriormente por Hawkins, em 1975 (OACI, 2003). Este nome vem dos termos Software (Suporte Lógico), Hardware (Equipe), Environment (Ambiente) e Liveware (Elemento



Humano). Segundo este modelo, para alcançar esta integração é necessário compreender algumas características do componente central (o ser humano). (RANGEL, 2007).

O modelo SHELL é baseado nas iniciais de seus componentes, sendo o homem (*liveware*) o elemento central. As interfaces entre cada componente (S – H – E) são vinculadas ao componente L (elemento humano) e devem adaptar-se e ajustar-se a ele, além de não envolverem as interfaces que se encontram fora dos FH (máquina – máquina, máquina – ambiente, suporte lógico – máquina). O elemento humano (*liveware*) é o componente mais crítico e flexível no sistema. Apesar de as pessoas estarem sujeitas a variações de desempenho e apresentarem limitações, grande parte desses fatores são previsíveis. Os componentes do sistema devem ser cuidadosamente combinados entre si caso algum estressor ou colapso eventual tiver que ser evitado, pois uma falha nessa combinação poderá ser uma fonte de erro humano. (MARTINS *et al.*, 2006)

Conforme OACI (2003), Para atingir essa correspondência, é essencial que se tenha conhecimento das características do ser humano. Algumas das mais importantes delas são:

- a) Tamanho e forma físicos
- b) Necessidades físicas: comida, água, oxigênio etc.
- c) Características de *input* - Os humanos foram providos de um sistema sensorial para coletar informações do mundo ao redor deles, permitindo que eles respondam a eventos externos e realizem a tarefa necessária. Mas todos os sentidos estão sujeitos à degradação por uma razão ou outra.
- d) Processamento de informações - Essas capacidades humanas têm grandes limitações. O design ineficiente de instrumentos e de sistemas de alerta frequentemente é resultado de uma falha em levar em conta as capacidades e limitações do sistema de processamento de informações humano. Memória de curto e de longo prazo estão envolvidas, bem como motivação e estresse.
- e) Características de *output* - Uma vez que a informação é sentida e processada, mensagens são enviadas aos músculos para iniciar a resposta desejada, seja um movimento de controle físico ou o início de alguma forma de comunicação.
- f) Tolerâncias ambientais. Temperatura, pressão, umidade, ruído, hora do dia, luz e escuridão, alturas, espaços fechados, ambiente de trabalho chato ou estressante podem ser refletidos no desempenho e no bem-estar. (OACI, 2003).

Portanto, “o desempenho humano é o resultado da interação de fatores internos - atitudes, aptidões, percepção, motivações, etc. - com fatores externos - características da

missão, do equipamento operado, condições climáticas e geográficas, organização das tarefas” (BARRETO, 2008, p. 05).

A abordagem para a compreensão do erro humano, sob a perspectiva de Reason (1990) é conhecida como “Queijo Suíço”, que representa a trajetória do acidente através das camadas defensivas do sistema. Ela é um instrumento bastante útil para a investigação de acidentes aeronáuticos, pois consiste em levar a análise do investigador para além das ações e omissões cometidas pelo operador no local de trabalho (falhas ativas), e incluir as falhas originadas nas medidas adotadas Por aqueles que detêm o poder decisório na organização (falhas latentes). (BARRETO, 2008).

“Antes de considerar os operadores os principais causadores do acidente, é preciso compreender que eles são herdeiros dos defeitos do sistema, criados por uma concepção ruim, uma instalação mal feita, uma manutenção deficiente e por decisões errôneas da direção”. (REASON, 1990).

Dessa forma, para o autor, um acidente é causado por uma série de fatores múltiplos contribuintes que se formam através de uma cadeia de eventos, provindos da interação das falhas latentes com as falhas ativas que rompem as barreiras defensivas (REASON, 2000). As barreiras defensivas são os filtros desenvolvidos pelas organizações com o objetivo de remover ou minimizar os danos operacionais. (MARTINS *et al.*, 2006).

Para se compreender esses fatores, deve-se considerar inicialmente o tipo de falha segundo Reason (1995; 2000; 2002):

- a) Falhas Ativas são os atos inseguros de efeito imediato, geralmente cometidos por operadores em contato direto (“na ponta da linha”) com o sistema (pilotos, controladores de tráfego aéreo etc.). Eles podem ter diferentes formas: falha, lapso, perda, engano e violações de conduta.
- b) Falhas Latentes são os elementos patogênicos e crônicos presentes no sistema. Eles ficam latentes por um determinado tempo, aguardando para se combinar com alguma falha ativa, criando assim a oportunidade para a ocorrência de um acidente, dependendo das defesas existentes. São uma consequência de decisões equivocadas ou erros cometidos por profissionais que muitas vezes não estão no local ou na hora em que o acidente acontece, como fabricantes, gerentes e chefes. Esse tipo de falha pode ser identificada e remediada antes de uma ocorrência adversa. Contudo, a maioria delas só é descoberta quando uma defesa falha.

Segundo a fonte de pesquisa *SKYBRARY, The Dirty Dozen* (A Dúzia Suja) se refere a doze das pré-condições de erro humano mais comuns ou a condições que podem atuar como precursoras de acidentes ou incidentes aeronáuticos. Esses doze elementos influenciam as pessoas a cometerem erros. A Dúzia Suja é um conceito desenvolvido por Gordon Dupont, em 1993, enquanto ele trabalhava para a Transport Canada e fazia parte de um programa de treinamento elementar para Desempenho Humano em Manutenção. Desde então, tornou-se uma referência para cursos de treinamento de Fatores Humanos em Manutenção em todo o mundo.

Os doze erros mais comuns não são uma lista abrangente de acidentes anteriores causados por falha humana. Pelo contrário, são um ponto de partida muito útil para levantar discussões sobre este fenômeno no ambiente de trabalho. (Somers, 2017).

Dessa maneira, seguem abaixo a “Dúzia Suja”:

- 1) Falta de comunicação: falha na transmissão e recepção da informação.
- 2) Complacência: perda de consciência de potenciais perigos causada pelo excesso de confiança por executar uma determinada tarefa repetidamente.
- 3) Falta de conhecimento: falta de experiência e de conhecimento específico em uma determinada tarefa.
- 4) Distração: desvio da atenção por parte de uma pessoa que está executando uma determinada tarefa.
- 5) Falta de trabalho em equipe: os membros de uma equipe não fazem esforços conjuntos ao realizarem uma tarefa.
- 6) Fadiga: esgotamento físico e/ou mental causado pelo excesso de trabalho e esforço.
- 7) Falta de recursos: falta de algum recurso como pessoas, equipamentos, documentação, tempo etc.
- 8) Pressão: exigência de desempenho profissional de elevada qualidade.
- 9) Falta de assertividade: falta de segurança em expressar preocupações e em tomar posições claras.
- 10) Estresse: mudanças na personalidade e no humor, erros de julgamento, falta de concentração e memória deficiente.
- 11) Falta de consciência: visão parcial das situações; estado em que o indivíduo não reconhece uma situação, sendo incapaz de prever suas conseqüências.
- 12) Normas: regras e procedimentos que devem ser seguidos e aplicados rigorosamente. (MORAIS, 2022).

Com base no conteúdo apresentado até então neste capítulo, percebe-se que o bem-estar dos militares de manutenção de aeronaves é essencial para que estes tenham um desempenho eficiente de suas funções, o que, por consequência, impacta diretamente a segurança das operações aeronáuticas. As condições às quais eles estão submetidos, sejam elas físicas, fisiológicas, psicológicas e ambientais influenciam sua capacidade de realizar serviços de manutenção com precisão e assertividade, as quais são fundamentais para a prevenção de falhas técnicas que possam resultar em incidentes ou acidentes.

No momento em que seu bem-estar é negligenciado, esses indivíduos podem ter estresse, fadiga e outros males que potencializam os riscos de ocorrências de erros humanos, que são responsáveis por significativa parcela dos incidentes e acidentes aeronáuticos, conforme mencionado anteriormente.

Profissionais que se sentem valorizados e que são física e psicologicamente saudáveis tendem a ser mais atentos e caprichosos, reduzindo as chances de erros humanos nas tarefas de manutenção.

Sendo assim, a excelência na manutenção só é atingida compreendendo-se a relação entre bem-estar e desempenho profissional, que é clara e cujo entendimento constitui-se uma ferramenta imprescindível na prevenção de incidentes e acidentes aeronáuticos, devendo ser uma prioridade estratégica para que se tenha níveis de excelência em segurança de voo.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este estudo buscou destacar a importância dos fatores humanos no desempenho profissional dos militares responsáveis pela manutenção de aeronaves e como o bem-estar desses indivíduos impacta diretamente a segurança de voo.

Os fatores humanos referem-se a condições físicas, fisiológicas, psicológicas e ambientais que influenciam o desempenho das pessoas no trabalho. Os profissionais da manutenção constantemente trabalham sob situações adversas, deixando-os em condições que podem comprometer sua capacidade de concentração, aumentar a probabilidade do cometimento de erros e diminuir a eficácia de seu trabalho.

Profissionais que se sentem bem e estão em boas condições físicas e mentais são menos propensos a cometerem erros. Uma vez que a manutenção de aeronaves exige atenção a mínimos detalhes, pequenos descuidos podem resultar em sérias consequências. O bem-estar também está relacionado à motivação e à satisfação no trabalho. Profissionais que se

sentem valorizados e têm suas necessidades atendidas tendem a ser mais dedicados e comprometidos com suas responsabilidades. Motivação elevada é refletida na qualidade do trabalho realizado.

Ao final deste estudo, percebe-se que o bem-estar dos militares que trabalham na manutenção de aeronaves é crucial para o desempenho profissional esperado e para a segurança de voo. Os fatores humanos, quando negligenciados, podem comprometer a qualidade dos serviços de manutenção e aumentar a probabilidade da ocorrência de incidentes e acidentes aeronáuticos. Posto isto, a implementação de estratégias que promovam o bem-estar desses indivíduos, como suporte psicológico, programas de gerenciamento de estresse, melhoria das condições de trabalho, horários adequados e prazos condizentes é fundamental para a prevenção de falhas, e conseqüentemente, para a garantia de operações aeronáuticas seguras.

Reconhecer a importância dos fatores humanos na manutenção de aeronaves é uma ferramenta poderosa e eficaz para a prevenção de incidentes e acidentes aeronáuticos. Ao se preocupar com o bem-estar dos profissionais de manutenção, o Exército Brasileiro promove um ambiente de trabalho saudável e produtivo, resultando em níveis de excelência no que tange a segurança de voo.

Este trabalho não é o primeiro acerca deste assunto e provavelmente não será o último, por se tratar de um tema crucial no que diz respeito a segurança de voo, o que evidencia que as condições às quais o pessoal de manutenção está submetido devem ser tratadas como prioridade no meio da aviação. Por fim, considera-se que os objetivos inicialmente propostos foram atingidos e espera-se que este estudo seja útil para a continuação das pesquisas na área da segurança de voo, para que, cada vez mais, a sociedade, em especial, o Exército Brasileiro, aprimore seus conhecimentos sobre aviação, atingindo o grande objetivo, que é a obtenção de níveis de excelência tanto em eficiência nas operações aéreas quanto em segurança de voo.

## REFERÊNCIAS

AIRBUS HELICOPTERS. Direction Technique Support. **Chapter 05 - Master Servicing Manual (MSM)**. Revisão 012. Marignane, França, 2022. cap 5, p. 29.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10520**: Informação e documentação: Apresentação de citações em documentos. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6024**: Informações e documentação - numeração progressiva das seções de um documento - Apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: Referências: elaboração. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.

BARRETO, M. R. M. **A contribuição da psicologia para a segurança da atividade aeronáutica**. In: XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: [http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008\\_TN\\_STO\\_083\\_595\\_11001.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_TN_STO_083_595_11001.pdf). Acesso em 02 ago. 2024.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Manual do Comando da Aeronáutica (MCA) 3-3 **Manual de Prevenção do SIPAER**. Brasília, DF: Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos, 2012.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Norma de Sistema do Comando da Aeronáutica (NSCA) 3-6 **Investigação de Ocorrências Aeronáuticas com Aeronaves Militares**. Brasília, DF: Gabinete do Comandante da Aeronáutica, 2021.

BRASIL. Comando do Exército. Manual de Campanha Logística Militar Terrestre. **EB70-MC-10.238**. 2. Ed. Brasília, DF: Comando de Operações Terrestres, 2022.

BRASIL. Exército. **Portaria Nr 355-EME, de 4 de setembro de 2017**. Regula o Curso de Gerência de Manutenção de Aeronaves. Boletim do Exército, Brasília, DF, n. 37, 15 set. 2017a.

BRASIL. Exército. **Portaria Nr 374-EME, de 4 de setembro de 2017**. Regula o Curso de Inspetor de Aviação/Manutenção. Boletim do Exército, Brasília, DF, n. 37, 15 set. 2017b.

BRASIL. Exército. **Portaria Nr 376-EME, de 4 de setembro de 2017**. Regula o Curso de Mecânico de Aeronaves. Boletim do Exército, Brasília, DF, n. 37, 15 set. 2017c.

BRASIL. Exército. **Portaria Nr 399-EME, de 6 de setembro de 2017**. Regula o Curso de Mecânico de Aviônicos. Boletim do Exército, Brasília, DF, n. 37, 15 set. 2017d.

- GOEDERT, B. J.; CORREIA, R. L. Fatores Humanos na Manutenção de Aeronaves. **Revista Brasileira de Aviação Civil & Ciências Aeronáuticas**, [S. l.], v. 1, n. 4, p. 97–133, 2021. Disponível em: <https://rbaccia.emnuvens.com.br/revista/article/view/59>. Acesso em 02 ago. 2024.
- GOMES, F. M. F. S. **Fatores Humanos em Manutenção de Aeronaves**. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Aeronáutica, Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal, 2010.
- MARQUES, E. **Fator humano**. In: *INSTITUTO DE FOMENTO E COORDENAÇÃO INDUSTRIAL (IFI). Seminário Internacional de Fator Humano*. 06 e 07 de outubro, 2004, CTA: São José dos Campos.
- MARTINS, D. A. *et al.* **O Conceito de Fatores Humanos na Aviação**. VARIG Linhas Aéreas. Campinas, SP, 2006.
- MORAIS, C. N. **Fatores Humanos e Segurança de Voo: Sistema de Gestão de Fadiga para Trabalhadores de Placa**. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Aeronáutica, Universidade Beira Interior, Covilhã, Portugal, 2022.
- ORGANIZAÇÃO DE AVIAÇÃO CIVIL INTERNACIONAL (OACI). **Human Factors Guidelines for Aircraft Maintenance Manual (Doc 9824)**. 1. Ed. Montreal, Canadá: ICAO, 2003.
- ORGANIZAÇÃO DE AVIAÇÃO CIVIL INTERNACIONAL (OACI). **Safety Management Manual (SMM)**. 4. ed. 2018. (Doc. 9859). Disponível em: [https://www.unitingaviation.com/publications/safetymanagementimplementation/content/#!/lessons/\\_5KUx8747VkdIz\\_znAbNxxw\\_pCdPBQguw](https://www.unitingaviation.com/publications/safetymanagementimplementation/content/#!/lessons/_5KUx8747VkdIz_znAbNxxw_pCdPBQguw). Acesso em 03 ago. 2024.
- RANGEL, T. L. C. **Fatores que influenciam o desempenho de pilotos agrícolas e os incidentes e acidentes aeronáuticos**. Programa de Pós Graduação em Administração, Universidade de Brasília, Brasília, Brasil, 2007.
- REASON, J. **Combating omission errors through task analysis and good reminders**. *Qual. Saf. Health Care*, n. 11, p. 40-44, 2002.
- REASON, J. **Human error: models and management**. *British Medical Journal*, n. 320, p. 768-770, 2000.
- REASON J. **Human error**. New York: Cambridge University Press; 1990.
- REASON, J. **Understanding adverse events: human factors**. *Qual. Health Care*, v. 4, n. 2, p. 80-9, 1995.
- SEVERINO, A. Joaquim. **Metodologia do Trabalho Científico**. 24a Ed. São Paulo-SP. Editora Cortez, 2017.
- SILVA, Zinário. **Fatores humanos na aviação: relacionamento entre pessoas na atividade aérea**. São Paulo: Amazona, 2019.

SOMERS, R. **Eliminando risco de colisão de aeronaves em voo**, 2017. Disponível em: <https://www.sgs.com/pt-br/-/media/SGSCorp/Documents/Corporate/White-Papers/SGSCBEAviation-RPAS-WhitepaperPRA4PT17.cdn.en.pdf>. Acesso em 03 ago. 2024.

**The Human Factors "Dirty Dozen"**. SKYbrary, 2015. Disponível em: <https://skybrary.aero/articles/human-factors-dirty-dozen>. Acesso em 03 ago. 2024.